

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-212219

(43)公開日 平成9年(1997)8月15日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 5 B 19/4061			G 0 5 B 19/405	M
B 2 5 J 19/04			B 2 5 J 19/04	
G 0 5 B 17/02			G 0 5 B 17/02	
23/02		0360-3H	23/02	G
	3 0 1	0360-3H		3 0 1 T

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-16210

(22)出願日 平成8年(1996)1月31日

(71)出願人 000237156

富士ファコム制御株式会社  
東京都日野市富士町1番地

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 鈴木 浩之

東京都日野市富士町1番地 富士ファコム  
制御株式会社内

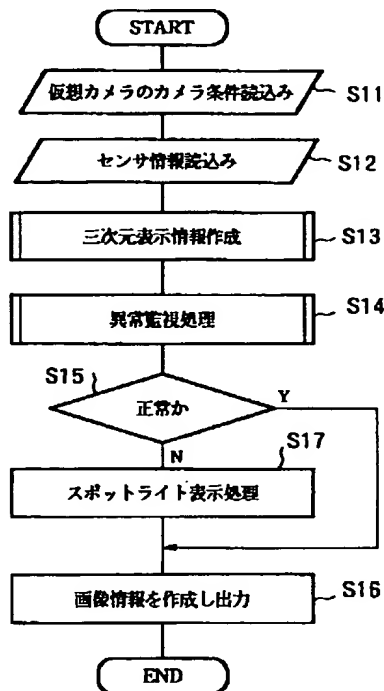
(74)代理人 弁理士 森 哲也 (外2名)

(54)【発明の名称】 三次元仮想モデル作成装置及び制御対象物の監視制御装置

(57)【要約】

【課題】遠隔操作されるロボット等の三次元的な動作状況をオペレータに容易に認識させる。

【解決手段】制御対象のロボットをその可動部毎に三次元空間内でモデル化した図形の形状データに基づいてモデル化した図形を表示し、この図形を組み合わせてロボットに対応する三次元仮想モデルを形成する。そして、この三次元仮想モデルの表示情報を、形状データと、この形状データをもとに三次元仮想モデルの表示情報を形成するための静的座標変換係数と、形成した三次元仮想モデルをロボットに配設されたセンサの検出情報に応じて移動表示するための変換係数である動的座標変換係数とで管理し、ロボットが作動したとき、これに応じて検出されるセンサの検出情報と、動的変換係数、静的座標変換係数、形状データ、三次元仮想モデルの視点位置、方向、レンズ倍率等の条件に基づいて新たな三次元仮想モデルの表示情報を形成し、これを表示する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】三次元空間内における図形である三次元図形の形状データをもとに前記三次元図形を画面に表示する三次元図形表示手段と、当該三次元図形表示手段で表示された前記三次元図形を、少なくとも1つ以上組み合わせる三次元仮想モデルを形成する仮想モデル形成手段と、当該仮想モデル形成手段で形成した三次元仮想モデルを三次元空間内において表示するための図形表示データを管理するデータ管理手段と、入力される動的データに応じて前記データ管理手段で管理する図形表示データを更新するデータ更新手段と、当該データ更新手段で更新した図形表示データに基づき前記三次元仮想モデルを表示する仮想モデル表示手段と、を備えることを特徴とする三次元仮想モデル作成装置。

【請求項2】制御対象物を三次元空間内でモデル化した三次元仮想モデルを前記制御対象物の動作状況に応じて作動させ、前記三次元仮想モデルの動作状況に基づき前記制御対象物の監視制御を行うようにしたことを特徴とする制御対象物の監視制御装置。

【請求項3】前記制御対象物の動作状況に基づいて前記制御対象物の異常動作を検出したとき、前記制御対象物の異常動作の発生箇所に対応する前記三次元仮想モデルの位置にスポットライトを当てるようにしたことを特徴とする請求項2記載の制御対象物の監視制御装置。

【請求項4】前記制御対象物の動作状況を撮影する監視カメラを有し、前記三次元仮想モデルに対する視点方向と前記監視カメラの前記制御対象物に対する視点方向とが同一であり、且つ、前記三次元仮想モデルに対応する前記制御対象物の範囲と前記監視カメラの撮影範囲とが重なるとき、前記三次元仮想モデルのうち前記監視カメラの撮影範囲に該当する位置に、前記監視カメラの撮影映像を表示するようにしたことを特徴とする請求項2又は3記載の制御対象物の監視制御装置。

【請求項5】前記制御対象物の動作状況を撮影する監視カメラを有し、前記三次元仮想モデルに対する視点方向と前記監視カメラの前記制御対象物に対する視点方向とが同一であり、且つ、前記三次元仮想モデルに対応する前記制御対象物の範囲と前記監視カメラの撮影範囲とが重なるとき、前記監視カメラの撮影映像のうち前記三次元仮想モデルに対応する前記制御対象物の範囲に該当する位置に、前記三次元仮想モデルを表示するようにしたことを特徴とする請求項2又は3記載の制御対象物の監視制御装置。

【請求項6】前記監視カメラの撮影映像内の前記制御対象物と前記三次元仮想モデルとを同期して表示するようにしたことを特徴とする請求項4又は5記載の制御対象物の監視制御装置。

【請求項7】請求項1に記載の三次元仮想モデル作成装置を適用したことを特徴とする請求項2乃至6の何れかに記載の制御対象物の監視制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、図形を三次元空間内で移動表示する三次元仮想モデル作成装置、及びプラントをモデル化して表示した仮想モデルを実際のプラントの動作状況に応じて作動させ、この表示された仮想モデルに基づいてプラントの遠隔操作、監視等を行う監視制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、プラント内におけるロボット遠隔コントロール等に代表される、電機システムの運転監視操作等を行う監視制御装置において、ロボットの遠隔操作及び動作状況の監視等を行う場合には、例えば制御対象のロボットをモデル化し、このモデル化したロボットの、例えば側面図及び上面図を表示装置に表示している。そして、各ロボットの実際の動作状況をセンサ等によって検出しその検出情報に基づいて、モデル化したロボットを移動表示させることによって、ロボットの実際の動作状況と同様に、表示画面上のモデル化したロボットが動作するようになっている。そして、オペレータがこれらモデル化したロボットの、例えば側面図及び上面図を共にみることによって、ロボットの三次元的な動作状況を認識し、これに応じてロボットの制御を行うようにしている。

【0003】また、監視制御装置では例えばセンサ等からの検出情報をもとにロボットの動作状況を監視し、異常な動作を行った場合には、画面に表示されたロボットの異常発生箇所に対応する位置を、ブリンク表示したり、或いは、色を変えて表示する等を行い、オペレータに異常箇所を認識させるようにしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の監視制御装置においては、各ロボットの動作状況を二次元で表示するようにしているため、オペレータは三次元で作動するロボットの実際の動作状況を直観的に認識することが困難であるという未解決の課題がある。そのため、監視制御装置を操作するためには、ある程度の熟練が必要となり、操作することのできるオペレータが制約されてしまい、使い勝手が悪いという問題もある。

【0005】そこで、この発明は、上記従来の未解決の課題に着目してなされたものであり、制御対象物の三次元的な動作状況を容易に認識することのできる三次元仮想モデル作成装置及び監視制御装置を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1に係る三次元仮想モデル作成装置は、三次元空間内における図形である三次元図形の形状データをもとに前記三次元図形を画面に表示する三次元図形表示手段と、当該三次元図形表示手段で表示された

前記三次元図形を、少なくとも1つ以上組み合わせて三次元仮想モデルを形成する仮想モデル形成手段と、当該仮想モデル形成手段で形成した三次元仮想モデルを三次元空間内において表示するための図形表示データを管理するデータ管理手段と、入力される動的データに応じて前記データ管理手段で管理する図形表示データを更新するデータ更新手段と、当該データ更新手段で更新した図形表示データに基づき前記三次元仮想モデルを表示する仮想モデル表示手段と、を備えることを特徴としている。

【0007】したがって、三次元図形の形状データに基づいて画面表示された三次元図形を例えばオペレータがその位置、大きさ等を変更しながら組み合わせて三次元空間内でその動作状況を表示させたい三次元仮想モデルを形成する。形成された三次元仮想モデルを三次元空間内で表示するために必要な図形表示データはデータ管理手段で管理される。そして、三次元仮想モデルを形成する各三次元図形の動作状況に応じた動的データが入力されると、この動的データに応じて図形表示データが更新され、この更新した図形表示データに基づいて三次元仮想モデルが表示されるから、画面上の三次元仮想モデルは動的データに応じた量だけずれた位置に表示される。よって、例えば動的データを連続的に変更することにより、三次元仮想モデルは動画表示される。

【0008】また、本発明の請求項2に係る制御対象物の監視制御装置は、制御対象物を三次元空間内でモデル化した三次元仮想モデルを前記制御対象物の動作状況に応じて作動させ、前記三次元仮想モデルの動作状況に基づき前記制御対象物の監視制御を行うようにしたことを特徴としている。したがって、制御対象物を三次元空間内でモデル化した三次元仮想モデルが、制御対象物の動作状況に応じて移動表示されるから、三次元仮想モデルの動作状況を見ることによって、制御対象物の動作状況を認識することができ、例えば制御対象物が三次元的に動作する場合でもその動作状況が確実に表示される。

【0009】また、請求項3に係る制御対象物の監視制御装置は、前記制御対象物の動作状況に基づいて前記制御対象物の異常動作を検出したとき、前記制御対象物の異常動作の発生箇所に対応する前記三次元仮想モデルの位置にスポットライトを当てるようにしたことを特徴としている。したがって、制御対象物の異常動作が検出されたとき、異常動作が発生した箇所に対応する三次元仮想モデルの位置にスポットライトが当てられ、異常発生箇所が明示される。

【0010】また、請求項4に係る制御対象物の監視制御装置は、前記制御対象物の動作状況を撮影する監視カメラを有し、前記三次元仮想モデルに対する視点方向と前記監視カメラの前記制御対象物に対する視点方向とが同一であり、且つ、前記三次元仮想モデルに対応する前記制御対象物の範囲と前記監視カメラの撮影範囲とが重

なるとき、前記三次元仮想モデルのうち前記監視カメラの撮影範囲に該当する位置に、前記監視カメラの撮影映像を表示するようにしたことを特徴としている。

【0011】したがって、三次元仮想モデルに対する視点方向と仮想カメラの制御対象物に対する視点方向とが同一である場合、すなわち、三次元仮想モデルの視点方向と同一方向から監視カメラが制御対象物を撮影している、三次元仮想モデルと監視カメラの撮影映像とが、制御対象物を同一方向からみた映像である場合に、三次元仮想モデルに対応する前記制御対象物の範囲と、監視カメラによる撮影範囲とが重なるとき、すなわち、三次元仮想モデルと監視カメラの撮影映像とが制御対象物の同一部分を表示している場合には、三次元仮想モデルのうち、監視カメラの撮影映像に対応する位置には、監視カメラで撮影した制御対象物の実際の動作状況の映像が表示される。

【0012】また、請求項5に係る制御対象物の監視制御装置は、前記制御対象物の動作状況を撮影する監視カメラを有し、前記三次元仮想モデルに対する視点方向と前記監視カメラの前記制御対象物に対する視点方向とが同一であり、且つ、前記三次元仮想モデルに対応する前記制御対象物の範囲と前記監視カメラの撮影範囲とが重なるとき、前記監視カメラの撮影映像のうち前記三次元仮想モデルに対応する前記制御対象物の範囲に該当する位置に、前記三次元仮想モデルを表示するようにしたことを特徴としている。

【0013】したがって、監視カメラの撮影映像のうち、例えば、物体の陰になる等によって、その向こう側の動作状況が撮影できない場合等には、物体の陰となる部分を三次元仮想モデルにより表示するようにすれば、撮影映像のうち、陰となる部分には三次元仮想モデルが表示され、監視カメラでは撮影できなかった箇所も表示される。

【0014】また、請求項6に係る制御対象物の監視制御装置は、前記監視カメラの撮影映像内の前記制御対象物と前記三次元仮想モデルとを同期して表示するようにしたことを特徴としている。したがって、監視カメラの撮影映像内の制御対象物とこの制御対象物に対応する三次元仮想モデルとは同期して表示されるから、撮影映像と三次元仮想モデルとが同一画面に表示される場合でも、制御対象物と三次元仮想モデルとの動作状況がずれ表示されることはない。

【0015】また、請求項7に係る制御対象物の監視制御装置は、前記請求項1に記載の三次元仮想モデル作成装置を適用したことを特徴としている。したがって、例えば制御対象物を可動部毎にモデル化して三次元空間内における形状データを作成し、この形状データに基づき画面表示された三次元図形を例えばマウス等によって移動させて組み合わせ、実際の制御対象物をモデル化した三次元仮想モデルを形成する。そして、例えば前記可動部

毎に設けたセンサ等からの可動部の移動情報を動的データとすることによって、制御対象物の動作状況に応じて、三次元仮想モデルが移動表示され、三次元仮想モデルの動作状況から制御対象物の動作状況が容易に認識できる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態における、制御対象物の作動制御及び監視を三次元仮想モデル作成装置を用いて行う監視制御装置100の一例を示す概略構成図である。この監視制御装置100は、例えば、図2に示すように三台のロボットA～Cの作動制御及び監視を行うものである。

【0017】前記監視制御装置100は、マイクロコンピュータ、ワークステーション等で構成される三次元仮想モデル作成装置10と、三次元仮想モデル作成装置10に対する入力処理を行うキーボード20、マウス21等の入力装置と、CRTディスプレイ等の表示装置24と、制御対象の各部の動作状況を検出するセンサSeと、制御対象の各部の駆動制御を行うアクチュエータAcと、を少なくとも備えて形成されている。

【0018】そして、前記三次元仮想モデル作成装置10は、演算処理部11と、オペレーティングシステム等のプログラム及びその他必要な情報を記憶するメインメモリ12と、画像メモリ13と、外部に設けられたキーボード20及びマウス21等との入出力処理を行うインタフェース回路14と、これら演算処理部11、メインメモリ12、画像メモリ13及びインタフェース回路14との間を適宜接続するシステムバス15と、画像メモリ13の出力信号を表示装置24に供給するためのインタフェース回路16とを少なくとも備えている。

【0019】そして、前記演算処理部11には、前述のセンサSeからの検出情報がインタフェース回路14を介して入力され、演算処理部11からはインタフェース回路14を介してアクチュエータAcに、制御対象物の各部を作動させるための制御信号が出力される。この監視制御装置100のオペレータは、キーボード20やマウス21等を操作して前記ロボットA～Cを監視及び制御する監視制御プログラムを演算処理部11に実行させるほか、ロボットA～Cの動作に応じて、これらロボットA～Cをモデル化した三次元仮想モデルを作動させて表示する表示処理プログラムを実行させるようになって

いる。

【0020】つまり、架空の仮想カメラによって三次元仮想モデルを撮影した仮想映像を表示するようになっていて、仮想カメラの設置位置、三次元仮想モデルに対する方向、レンズ倍率等に応じた仮想映像を表示するようになっている。また、この監視制御装置100では、マルチウィンドウシステムが実行されるようになっており、表示装置24には、オペレータの操作に応じて監視

制御プログラムの起動及び操作を行う画面及び表示処理プログラムによる三次元仮想モデルの表示画面等、複数のウィンドウ画面を同時に表示させることが可能となっている。

【0021】そして、メインメモリ12内には、オペレーティングシステム等のプログラムの他に、前記監視制御プログラム、及び前記表示処理プログラム等その他必要なプログラムが格納されている。また、予め設定された監視制御対象の前記各ロボットA～Cをベース、アーム、ハンド等といった可動部毎にモデル化した可動部モデルの可動部毎の名称であるプリミティブ図形名称と、可動部モデルの三次元空間内における形状を表す形状データとが対応付けられ、さらに、可動部モデルを組み合わせて形成される制御対象物（この場合ロボット）の三次元空間内における三次元仮想モデルを表示するための表示データを、前記形状データから形成するための静的座標変換係数と、例えば、ロボットBの場合、ベースb<sub>1</sub>の移動に伴い、ベースb<sub>1</sub>に取り付けられたアームb<sub>2</sub>及びアームb<sub>2</sub>の先に取り付けられたハンドb<sub>4</sub>及びb<sub>5</sub>が移動する等といったこれら可動部間の動的属性を、図3に示すように階層に別けて管理する子オブジェクトリストと、がグループオブジェクト（データ管理手段）として、例えば図4に示すように、各ロボット毎に形成されて格納されている。

【0022】前記演算処理部11では、キーボード20やマウス21等の入力装置の操作に基づき監視制御プログラム及び表示処理プログラムを、例えばマルチタスク等により実行する。そして、メインメモリ12に格納された、各ロボットA～Cの前記グループオブジェクトに基づいて、制御対象としての各ロボットA～Cを三次元空間内でモデル化した三次元仮想モデルを画面に表示する。そして、表示装置24に表示された三次元仮想モデルにおいて、マウス21等において制御対象のロボットA～Cのうちの何れかが指示された場合には、指示されたロボットを制御するための、例えば、図5に示す設備コントロール用の操作パネルを表示する。

【0023】この操作パネルにおいて、オペレータにより、ロボットを作動させるための操作量が入力されると、演算処理部11では、操作パネルに対応するロボットを、入力された操作量に応じた量だけ作動させるための制御信号を形成し、前記ロボットの各可動部を駆動するアクチュエータAcに出力する。また、センサSeからの検出情報に基づいて各ロボットの動作状況を検出し、その動作状況に基づいて、例えば、上限値或いは下限値を越えて作動していないか等の動作状況の監視を行う。そして、各ロボットの動作状況に関して何らかの異常を検出した場合には、前記表示装置24の三次元仮想モデルのうち、異常が発生したロボットの異常発生箇所に対応する位置にスポットライトを当てて表示し、異常発生箇所を明示する。

【0024】次に、上記第1の実施の形態の動作を説明する。今、図2に示す三台のロボットA～Cの監視制御を行うものとする。ロボットAは例えば垂直に固定された軸a<sub>1</sub>に対してアームa<sub>2</sub>が垂直に取り付けられて軸a<sub>1</sub>にそって上下動又は軸a<sub>1</sub>を中心にして回転することによって、アームa<sub>2</sub>に取り付けられた所定の作業を行う作業部a<sub>3</sub>を目的の位置に移動させるようになってい

る。また、ロボットBは、移動可能なベースb<sub>1</sub>の上部にアームb<sub>2</sub>が回転自在に取り付けられ、このアームb<sub>2</sub>にアームb<sub>3</sub>が取り付けられている。このアームb<sub>3</sub>はアームb<sub>2</sub>との取り付け部を支点として移動可能に取り付けられている。そして、アームb<sub>3</sub>の先端には、ハンドb<sub>4</sub>及びb<sub>5</sub>が取り付けられ、ハンドb<sub>4</sub>及びb<sub>5</sub>によって物体を挟むことができるようになっている。ロボットCは、ロボットBと同一であり、ロボットBと同様に作動し、ベースc<sub>1</sub>、アームc<sub>2</sub>及びc<sub>3</sub>、ハンドc<sub>4</sub>及びc<sub>5</sub>で構成されている。

【0025】オペレータは、予めキーボード20或いはマウス21を操作して、制御監視対象のロボットA～Cをモデル化した三次元仮想モデルを表示するための図4に示すグループオブジェクトを各ロボット毎に作成する。例えば、まず、各ロボットA～Cの可動部毎に三次元空間内でモデル化した図形である可動部モデル（三次元図形）を表示するための形状データを作成する。例えばロボットB及びCの場合には、ベース、アーム、ハンドのそれぞれについて作成する。そして、作成した各ロボットA～Cの可動部毎の形状データを入力する。演算処理部11では、入力された形状データに基づいて三次元空間内における可動部モデルを表示装置24に表示する（三次元図形表示手段）。そして、例えば図6に示すように、可動部モデルに対する上面図、正面図、側面図、予め設定した方向からみた図等を参照しながらオペレータがマウス21を操作し、画面上で可動部モデルの移動、或いはスケールの変更等を行い制御対象としての各ロボットA～Cに対応した三次元仮想モデルを形成する（仮想モデル形成手段）。

【0026】このようにして形成された三次元仮想モデルに対し、オペレータは各ロボットA～C毎に、前記グループオブジェクトを設定する。例えば、ロボットBの場合には、図形オブジェクトとしてはベースb<sub>1</sub>、アームb<sub>2</sub>及びb<sub>3</sub>、ハンドb<sub>4</sub>及びb<sub>5</sub>のそれぞれについてプリミティブ図形名称を設定し、また、前記各形状データと前記三次元仮想モデルにおける各可動部の表示情報とから静的座標変換係数を求め、前記プリミティブ図形名称と対応付けて静的座標変換係数を設定する。また、子オブジェクトリストとしては、ベースb<sub>1</sub>が移動するとアームb<sub>2</sub>、b<sub>3</sub>及びハンドb<sub>4</sub>、b<sub>5</sub>が移動するから、図3に示すような階層でなる子オブジェクトリストを作成する。

【0027】また、各可動部の動作状況、例えば移動量

等を検出するセンサSeからの検出情報に応じて、可動部モデルの位置情報等の表示情報を更新するための、動的座標変換係数（データ更新手段）を、既定値を持たない変数パラメータとして設定する。これによって、メインメモリ12に、図4に示すようなグループオブジェクトが各ロボット毎に形成される。

【0028】この状態から、監視制御装置100による各ロボットの制御監視を開始する。まず、演算処理部11から各ロボットA～Cを初期状態とする制御信号を出力し、これによりアクチュエータAcが作動して、各ロボットA～Cが初期状態となる。そして、図7のフローチャートに示すように、まず、オペレータが操作パネルを入力装置で操作すること等により設定し、所定の記憶領域に保持されている三次元仮想モデルに対する視点、すなわち、仮想カメラの位置、方向、レンズ倍率等のカメラ条件を読み込み（ステップS11）、次に、ロボットA～Cの所定の箇所に設けられたセンサSeからの検出情報を入力する（ステップS12）。そして、カメラ条件と、センサSeの検出情報と、メインメモリ12に格納した各グループオブジェクトとに基づいて、センサSeの検出情報に応じた動作状況における、ロボットA～Cの三次元仮想モデルを指定されたカメラ条件で撮影した仮想映像を表示する表示情報を形成する（ステップS13、仮想モデル表示手段）。

【0029】次に、読み込んだセンサSeの検出情報に基づいて、例えば、アームが予め設定した上限値或いは下限値を越えた位置に移動してはいないか等の異常監視を行い（ステップS14）、この場合初期状態であるから異常はないものとして（ステップS15）、ステップS13で形成した表示情報をもとに画像情報を形成してこれを画像メモリ13に書き込む（ステップS16）。これによって、初期状態における各ロボットA～Cの三次元仮想モデルを、仮想カメラのカメラ条件として設定された位置から、設定されたレンズ倍率で撮影した映像が、例えば図2に示すように表示装置24に表示される。この映像を見ることによって、オペレータは、各ロボットA～Cが初期状態になっていることを認識することができる。

【0030】この状態から、例えば、オペレータが表示装置24において、ロボットAに対応する位置をマウス21で指示すること等によって選択すると、選択されたロボットに対応する操作パネルがウィンドウ表示される。この場合ロボットAを選択したので、例えば図5に示すような、ロボットAに対応する操作パネルが表示される。

【0031】そして、この操作パネルにおいて、オペレータがアームa<sub>2</sub>の上下動指示或いはアームa<sub>2</sub>の回転指示等をキーボード20、マウス21等によって設定することによって、演算処理部11では設定値に応じた量だけアームa<sub>2</sub>を移動させるためのアクチュエータAc

に対する制御信号を形成し、これを出力する。これによって、アクチュエータAcが作動し制御信号に応じた量だけ各可動部を移動させる。この可動部の動きをセンサSeが検出し、その検出情報が演算処理部11に入力されると、演算処理部11では、この検出情報及び仮想カメラのカメラ条件を読み込み（ステップS11、S12）、その検出情報と、前記グループオブジェクトとに基づいて前記と同様に表示情報を形成する（ステップS13）。また、同様にしてセンサSeの検出情報に基づいて異常監視処理を行う（ステップS14）。

【0032】このとき、異常がなければ上記と同様に表示情報に基づいて画像情報を形成しこれを画像メモリ13に書き込むことにより、表示装置24には実際のロボットの動作状況と同様に動作した三次元仮想モデルが表示される。そして、異常が発生した場合には、表示情報をもとに三次元仮想モデルの、異常発生箇所に対応する位置にスポットライトを当てる画像情報を形成し（ステップS17）、これを画像メモリ13に書き込む。これによって、表示装置24には、異常発生箇所にスポットライトが当てられた三次元仮想モデルが表示され、異常発生箇所が明示される。

【0033】この操作を例えば、予め設定した所定周期毎に実施することによって、表示装置24には、制御対象のロボットをモデル化した三次元仮想モデルが、実際のロボットA～Cの動作状況と同様に作動する動画表示されることになる。よって、オペレータはこの動画を見ることによって、制御対象のロボットA～Cの動作状況を容易に把握することができ、このとき、三次元表示されているから、各ロボットA～Cの三次元的な動作状況をも容易に認識することができる。

【0034】よって、例えば遠隔制御等を行う場合でも、各ロボットの動作状況を確実に認識することができるから、ロボット制御の精度を向上させることができ、ロボットを用いたシステムの処理効率及び処理性能をより向上させることができる。また、ロボットの動作状況の異常を検出した場合には、スポットライトを当てて表示するようにしているが、三次元表示ではスポットライトを当てる処理は標準機能であって、従来のように例えば異常発生箇所をブリンク表示等させて明示するために新たな処理機能を追加することはなく、三次元表示処理における標準機能によって異常発生箇所を容易に明示することができる。また、新たに処理機能を追加することなく実現することができるから、より安価に実現することができる。

【0035】次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。この第2の実施の形態は上記第1の実施の形態において、監視制御対象としての各ロボットの動作状況を撮影する監視カメラを設け、表示装置24にこの監視カメラの映像も表示するようにしたものである。図8は、第2の実施の形態における監視制御装置100の一例を示

す概略構成図であって、上記第1の実施の形態の構成において、監視カメラ25及びこの監視カメラの位置、撮影方向、レンズ倍率等のカメラ条件を遠隔操作により変更するための、演算処理部11からの制御信号に応じて指定されたカメラ条件に監視カメラ25のカメラ条件を変更するカメラ操作部26とが追加されたこと以外は同様である。

【0036】この第2の実施の形態における演算処理部11では、オペレータが入力装置を操作することによって監視カメラ25の撮影方向、位置、レンズ倍率等のカメラ条件を設定すると、この設定情報に応じて監視カメラ25の操作を行うカメラ操作部26に対する制御信号を生成し、これを出力する。これに応じてカメラ操作部26が作動し、制御信号に応じて、監視カメラ25の撮影方向、位置、レンズ倍率等のカメラ条件を変更する。

【0037】また、演算処理部11では、上記第1の実施の形態と同様に、監視対象の各ロボットの可動部毎にモデル化した可動部モデルの形状データをもとに、ロボットをモデル化した仮想モデルを形成し、この仮想モデルを表示するためのグループオブジェクトを生成して管理する。そして、上記第1の実施形態と同様にして図7のフローチャートに基づいて、グループオブジェクトと各センサSeからの検出情報に基づいて三次元仮想モデルを動画表示する。

【0038】このとき、現場のロボットA～Cに対する監視カメラ25の撮影方向と、表示装置24に表示された三次元仮想モデルに対する仮想カメラの撮影方向とが同一であり、且つ、表示装置24に表示されている三次元仮想モデルに対応する実際のロボットA～Cの撮影範囲と、監視カメラで撮影しているロボットA～Cの撮影範囲とに重なる部分があるとき、撮影範囲の大きい方の映像をベース表示画面として表示装置24に表示し、このとき撮影範囲の大きい方の映像のうち、撮影範囲が小さい方のカメラで撮影している範囲に該当する部分には撮影範囲が小さい方のカメラで撮影した映像を表示する。

【0039】つまり、仮想カメラと監視カメラとのロボットA～Cに対する撮影方向が同一角度であり、且つ、例えば、仮想カメラで撮影している三次元仮想モデル、すなわち、表示装置24に表示されている三次元仮想モデルが実際のロボットA～Cの全体に対応していて、監視カメラ25では、ロボットAのベースa1を撮影している場合には、三次元仮想モデルをベース表示画面として表示装置24に表示し、このとき、三次元仮想モデルのロボットAのベースa1に対応する画面上の領域には、監視カメラ25で撮影したロボットAのベースa1の映像を表示する。そして、重なる領域がない場合には、上記第1の実施の形態と同様にして仮想カメラによる撮影映像を表示装置24に表示する。

【0040】次に、上記第2の実施の形態の動作を、第

## 11

2の実施の形態における監視制御処理の処理手順を示す図9のフローチャートに基づいて説明する。この第2の実施の形態における監視制御処理は図7に示す上記第1の実施の形態における監視制御処理において、ステップS13aの処理が追加されたこと以外は同様であり、同一処理には同一符号を付与しその詳細な説明は省略する。

【0041】上記第1の実施の形態と同様に、図2に示すロボットA～Cの監視制御を行うものとする。上記と同様にキーボード20、マウス21等を操作し、制御監視対象のロボットA～Cをモデル化した三次元仮想モデルを表示するためのグループオブジェクトを各ロボット毎に作成する。この状態から、監視制御装置100による各ロボットの制御監視を開始し、各ロボットA～Cを初期状態に制御する。

【0042】そして、上記第1の実施の形態と同様に、図9のフローチャートにしたがって、所定の記憶領域に保持している仮想カメラの位置、方向、レンズ倍率などのカメラ条件及びロボットA～Cの所定の箇所に設けられたセンサSeからの検出情報を読み込み（ステップS11、S12）、これら読み込んだ情報とメインメモリ12に格納した各グループオブジェクトとに基づいて、センサSeの検出情報に応じた位置における、ロボットの三次元仮想モデルを表示する表示情報を形成する（ステップS13）。

【0043】そして、図10に示す重ねあわせ処理を実行して所定の表示情報を形成し（ステップS13a）、続いて、読み込んだセンサSeの検出情報に基づいて、異常監視を行い（ステップS14）、異常がなければ、形成した表示情報をもとに画像情報を形成してこれを画像メモリ13に書き込む（ステップS16）。これによって、初期状態における各ロボットの三次元仮想モデルが表示装置24に表示される。

【0044】そして、オペレータが操作パネルにおいて各ロボットA～Cを制御する設定を行うと、設定された値に応じた制御信号がアクチュエータAcが作動して、指定されたロボットが作動する。このロボットの動作状況がセンサSeにより検出され、その検出情報が演算処理部11に入力されると、演算処理部11では、この検出情報及び仮想カメラのカメラ条件を読み込み（ステップS11、S12）、その検出情報、カメラ条件、前記グループオブジェクトに基づいて前記と同様に表示情報を形成する（ステップS13）。さらに、重ねあわせ処理を実行して所定の表示情報を形成し（ステップS13a）、これをもとに画像情報を形成して画像メモリ13に書き込む。これによって、表示装置24には実際のロボットの動作状況と同様に作動した三次元仮想モデルが表示される。

【0045】そして、前記ステップS13aの重ねあわせ処理では、図10のフローチャートに示すように、オ

## 12

ペレータの入力装置の操作等により、監視カメラ25の位置、方向、レンズ倍率等のカメラ条件が更新されたか否かを判定する（ステップS21）。そして、カメラ条件が更新された場合には、カメラ条件から決定される、図11に示すような、投影限界及び投影範囲を示す矩形（以後表示対象面という。）中心とカメラ位置とを結ぶベクトルを表すカメラ角度情報 $\theta_1$ と、表示対象面の各頂点とカメラ位置とを結ぶベクトルで囲まれた範囲を表す監視カメラ25の視点ピラミッドとを算出し所定の記憶領域に保持する（ステップS22）。そして、オペレータの入力装置の操作等によって仮想カメラのカメラ条件が更新されたかどうかを判断する（ステップS23）。

【0046】なお、監視カメラ25のカメラ条件が変更されない場合には、カメラ角度情報の算出等は行わずそのまま次の処理に移行する。そして、オペレータの操作等によって仮想カメラの操作が行われ、仮想カメラのカメラ条件が更新された場合には、上記と同様にして、カメラ条件から仮想カメラのカメラ角度情報 $\theta_2$ を算出し所定の記憶領域に保持する（ステップS24）。カメラ条件が更新されない場合にはそのまま次の処理に移行する。

【0047】次に、上記のようにして算出し所定の記憶領域に保持している監視カメラ25及び仮想カメラのカメラ角度情報が一致するか否かを判断する（ステップS25）。そして、例えば、制御対象物としてのロボットA～Cを監視カメラが撮影している面とは逆の面を仮想カメラが撮影している場合等、監視カメラ及び仮想カメラのカメラ角度情報が一致しない場合には、重ねあわせ処理を終了する。したがって、表示装置24には、上記第1の実施の形態と同様に、ロボットA～Cの動作状況に応じて作動する三次元仮想モデルが表示される。

【0048】そして、例えば、監視カメラ25及び仮想カメラが同一位置から各ロボットA～Cの同一位置を焦点として撮影している場合には、監視カメラ25及び仮想カメラのカメラ条件に基づいて算出した各カメラ角度情報 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は一致するから（ステップS25）、次に、仮想カメラ及び監視カメラ25の各カメラ条件に基づいて、仮想カメラの撮影映像と同一の倍率の撮影映像となる位置を算出し、これをレンズ倍率補正済み監視カメラ位置とする。なお、このレンズ倍率補正済み監視カメラ位置は、監視カメラ25のカメラ角度情報で決定される、監視カメラ25の位置と監視カメラ25の焦点位置とを結ぶ角度ベクトル上に位置するものとする。

【0049】そして、算出したレンズ倍率補正済み監視カメラ位置から、前記角度ベクトルと垂直な任意の表示対象面までのレンズ倍率補正済み監視カメラの視点ピラミッドP<sub>1</sub>と、仮想カメラ位置から同一の表示対象面までの仮想カメラの視点ピラミッドP<sub>2</sub>とを算出する（ステップS26）。次いで、例えば、レンズ倍率補正済み監視カメラの視点ピラミッドの各面が他方の視点ピラミッ



ドの各面と交差した回数に基づき、交差した回数が1回であれば、これら視点ピラミッドは重なっており、2回であれば重なっていないと判断すること等によって、両視点ピラミッドに重なる部分があるかどうかを判定し（ステップS27）、重なり部分がない場合には、重ねあわせ処理を終了する。これによって、上記第1の実施の形態と同様に、表示装置24には、ロボットA～Cの動作状況に応じて作動する三次元仮想モデルが表示される。

【0050】そして、これら両視点ピラミッドに重なり部分がある場合には、例えばオペレータの入力装置等からの指示に基づき、両カメラのうちどちらの視点でオペレータは操作を行うかを判定する（ステップS28）。そして、例えば、図11に示すように仮想カメラの情報をベースにオペレータが操作を行う場合には、センサSeの検出情報と、メインメモリ12に保持しているグループオブジェクトと仮想カメラのカメラ条件とをもとに形成した三次元仮想モデルの表示情報をベース表示画面の表示情報とする（ステップS29）。

【0051】そして、レンズ倍率補正済み監視カメラの視点ピラミッドP<sub>1</sub>とベース表示画面のサイズとに基づいて、仮想カメラの視点ピラミッドP<sub>2</sub>の表示対象面上での、レンズ倍率補正済み監視カメラの視点ピラミッドP<sub>1</sub>の表示対象面の頂点と対応する位置を重ねあわせの基準点とし、この基準点を含む視点ピラミッドP<sub>2</sub>の表示対象面上での視点ピラミッドP<sub>1</sub>の表示対象面のサイズをベース表示画面サイズに適合する座標データに変換することによって、監視カメラ25による映像とベース表示画面とを重ねる場合の重ねあわせの基準点と監視カメラ25による映像のサイズとを算出する（ステップS30）。

【0052】次いで、求めた重ねあわせのサイズに基づいて監視カメラ25による映像をサイズ変換して表示情報を形成し、形成した表示情報を求めた重ねあわせの基準点で指定される、ベース表示画面の表示情報の対応する位置に設定し、これを新たに三次元仮想モデルの表示情報とする（ステップS31）。なお、このとき、監視カメラ25による映像は、センサSeの検出情報を読み込んだ時点の撮影映像を用いるものとする。

【0053】これによって、例えば、図11(a)に示すように、カメラ角度情報 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ は一致するが、各カメラ位置とカメラの焦点位置とを結ぶ角度ベクトルが一致せず、レンズ倍率補正済み監視カメラの視点ピラミッドP<sub>1</sub>が仮想カメラの視点ピラミッドP<sub>2</sub>の右下方に位置する場合には、仮想カメラをベースに設定すれば、例えば図12に示すように、仮想カメラによる三次元仮想モデルからなるベース表示画面のうち、右下方の位置には、監視カメラ25による現場の映像が表示装置24に表示される。

【0054】また、例えば、図11(b)に示すよう

に、監視カメラ25と仮想カメラの角度ベクトルが一致する場合には、仮想カメラをベースに設定すれば、表示装置24の中央部分に監視カメラ25の撮影映像が表示されることになる。一方、仮想カメラ及びレンズ倍率補正済み監視カメラ25の両視点ピラミッドP<sub>1</sub>及びP<sub>2</sub>に重なり部分があり、例えば、図13に示すように、レンズ倍率補正済み監視カメラの情報をベースにオペレータが操作を行う場合には（ステップS27、S28）、監視カメラ25の撮影映像の映像情報をベース表示画面の表示情報として設定する（ステップS32）。そして、仮想カメラの視点ピラミッドと、ベース表示画面のサイズとに基づいて、レンズ倍率補正済み監視カメラの視点ピラミッドP<sub>1</sub>の表示対象面上での、仮想カメラの視点ピラミッドP<sub>2</sub>の表示対象面の頂点と対応する位置を重ねあわせの基準点とし、この基準点を含む視点ピラミッドP<sub>1</sub>の表示対象面上でのピラミッドP<sub>2</sub>の表示対象面のサイズをベース表示画面サイズに適合する座標データに変換することによって、仮想カメラによる映像と、ベース表示画面とを重ねる場合の重ねあわせの基準点と、仮想カメラによる映像のサイズとを算出する（ステップS33）。

【0055】次いで、求めた重ねあわせのサイズに基づいて仮想カメラによる映像をサイズ変換して表示情報を形成し、形成した表示情報を求めた重ねあわせの基準点で指定される、ベース表示画面の表示情報の対応する位置に設定し、これを新たに、三次元仮想モデルの表示情報として設定する（ステップS34）。なお、監視カメラ25の撮影映像は、センサSeの検出情報を読み込んだ時点での撮影映像を用いるものとする。

【0056】これによって、例えば、図13に示すように、カメラ角度情報 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ は一致するが、各カメラ位置とカメラの焦点位置とを結ぶ角度ベクトルが一致せず、レンズ倍率補正済み監視カメラの視点ピラミッドの右下方に仮想カメラの視点ピラミッドP<sub>2</sub>が含まれる場合には、監視カメラをベースに設定すれば、監視カメラ25の映像からなるベース表示画面の右下方に、仮想カメラによる映像、すなわち、三次元仮想モデルが表示されることになる。

【0057】したがって、例えば、監視カメラ25による撮影範囲が、仮想カメラによる撮影範囲内に含まれる場合には、仮想カメラをベースとして設定すれば、三次元仮想モデルのうち監視カメラ25の撮影範囲に対応する位置には、図12に示すように、監視カメラ25による映像が表示されるから、監視カメラ25の映像を表示することによって、監視カメラ25の撮影映像による、より詳細な動作状況をオペレータに認識させることができる。

【0058】また、例えば、ロボットA～Cの全体の動作状況を表示している状態で、ロボットCの実際の動作状況を見たい場合等には、監視カメラ25を操作して、

ロボットCの所望とする箇所を撮影するように操作することによって、三次元仮想モデルではなく、現場における実際のロボットA～Cの動作状況を容易に表示することができる。

【0059】また、例えば、仮想カメラによる撮影範囲が、監視カメラ25による撮影範囲に含まれる場合には、監視カメラ25をベースとして設定すれば、監視カメラ25の撮影映像のうち、仮想カメラによる撮影範囲に対応する位置には、仮想カメラによる映像が表示されるから、例えば、監視カメラ25による映像において、ロボットCのハンドc4及びc5の動作状況を表示装置24において監視したい場合等に、監視カメラ25の設置位置の関係で、ロボットCのハンドc4及びc5の動作状況がロボットAの陰となって見えない場合等には、仮想カメラを操作して、ハンドc4及びc5が撮影可能な位置に仮想カメラを配置して撮影することによって、監視カメラ25の撮影映像において、仮想カメラc4及びc5に該当する位置には仮想カメラによる撮影映像、すなわち、三次元仮想モデルが表示されるから、監視カメラ25により撮影不可能な箇所の動作状況も容易に認識することができる。

【0060】また、三次元仮想モデルと撮影映像の映像情報とをともに新たに表示情報を形成する場合には、センサSeから検出情報を読み込んだ時点での監視カメラ25の撮影映像を用いて重ねあわせを行うようにし、三次元仮想モデルと撮影映像とを同期させて表示するようにしたから、例えばこれら三次元仮想モデル及び撮影映像が同一の制御対象物を表している場合に、互いの動作がずれて表示されることはない。

【0061】また、上記第1及び第2の実施の形態では、三次元仮想モデル作成装置10を用いることによって、制御対象物を三次元空間内でモデル化した三次元仮想モデルを、制御対象物の動作状況に応じて作動させるようにしたから、オペレータは三次元仮想モデルの動作状況から制御対象物の三次元的な動作状況を容易に認識することができ、また、従来のように、制御対象物を二次元で表した図、例えば、上面図と側面図とからその三次元的な動作状況を認識する必要がないから、経験の浅いオペレータでも容易に制御対象物の動作状況を認識することができ、監視制御装置100の使い勝手をより向上させることができる。

【0062】また、三次元仮想モデル作成装置10では、予め制御対象物をモデル化した仮想モデルを登録しておき、センサSeの検出信号に応じて三次元仮想モデルを作動させるようにしたから、例えば、センサSeの検出信号に変えて、例えばシミュレーション用の信号を入力すれば、表示装置24において三次元仮想モデルをシミュレーション値に応じて作動させることができ、また、仮想モデルを登録することによって、任意の三次元仮想モデルを容易に作成することができる。

【0063】なお、上記第2の実施の形態においては、仮想カメラと監視カメラの視点ピラミッドとの間に重なり部分がある場合には、仮想カメラの映像と監視カメラの映像とを複合して表示するようにした場合について説明したが、例えば、入力装置により選択することによって、仮想カメラの映像のみ、或いは監視カメラの映像のみを表示させるようにすることも可能である。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に係る三次元仮想モデル作成装置によれば、予め設定した三次元空間内における三次元仮想モデルの図形表示データを、動的データに応じて更新するようにしたから、動的データに応じて仮想モデルが移動して表示されることになって、動的データに応じた仮想モデルの動画を容易に表示することができ、例えば動的データとして、制御対象の動作状況を表すデータ又はシミュレーション用のデータを設定することにより、制御対象の動作状況に応じた動画或いはシミュレーション用のデータに応じた動画を容易に表示することができる。

【0065】また、請求項2に係る監視制御装置によれば、制御対象物をモデル化した三次元仮想モデルを、制御対象物の動作状況に応じて作動して表示するようにしたから三次元仮想モデルの動作状況を見ることによって、制御対象物の動作状況を認識することができ、制御対象物が三次元的に動作する場合でもその動作状況を容易に認識することができる。

【0066】また、請求項3に係る監視制御装置によれば、制御対象物の異常動作が検出されたとき、異常動作が発生した箇所に対応する三次元仮想モデルの位置にスポットライトを当てるようにしたから、従来のように新たに処理機能を追加することなく異常発生箇所を容易に明示することができる。また、請求項4に係る監視制御装置によれば、三次元仮想モデルに対する視点方向と同一方向から監視カメラが制御対象物を撮影しているときには、三次元仮想モデルのうち、監視カメラの撮影映像に対応する位置には、監視カメラの撮影映像を表示するようにしたから、例えば三次元仮想モデルにおいて、より詳細な映像を見たい部分等を監視カメラにより撮影することによって、三次元仮想モデルのうち所望の部分に、監視カメラによるより詳細な映像を表示させることができる。

【0067】また、請求項5に係る監視制御装置によれば、監視カメラの撮影映像のうち、例えば、物体の陰になる等によって、その向こう側の動作状況が撮影できない場合等には、撮影映像のうちの陰となる部分には、三次元仮想モデルからなる映像が表示されるから、監視カメラでは撮影できない箇所の動作状況も容易確実に表示することができる。

【0068】また、請求項6に係る監視制御装置によれば、監視カメラの撮影映像内の制御対象物とこの制御対

象物に対応する三次元仮想モデルとは同期して表示されるから、撮影映像と三次元仮想モデルとが重ねて表示される場合でも、制御対象物と三次元仮想モデルとの動作状況がずれて表示されることを防止することができる。

【0069】さらに、請求項7に係る監視制御装置によれば、制御対象物を可動部毎にモデル化して三次元空間内における形状データを作成し、この形状データに基づき画面表示された三次元図形を例えばマウス等によって移動させて組み合わせ、実際の制御対象物をモデル化した三次元仮想モデルを形成し、可動部毎に設けたセンサ等からの可動部の移動情報を動的データとすることによって、任意の制御対象物の動作状況と同様に動作する三次元仮想モデルを容易に表示させることができ、三次元仮想モデルの動作状況から、制御対象物の三次元的な動作状況をも容易に認識することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態における、三次元仮想モデル作成装置を適用した監視制御装置の一例を示す概略構成図である。

【図2】制御対象のロボットの三次元仮想モデルの一例である。

【図3】子オブジェクトリストの一例である。

【図4】グループオブジェクトの一例である。

【図5】操作パネルの一例である。

【図6】三次元仮想モデル作成時の動作説明に供する説明図である。

【図7】第1の実施の形態における演算処理部11の監視制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

る。

【図8】第2の実施の形態における監視制御装置の一例を示す概略構成図である。

【図9】第2の実施の形態における演算処理部11の監視制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図10】重ねあわせ処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図11】第2の実施の形態における動作説明に供する説明図である。

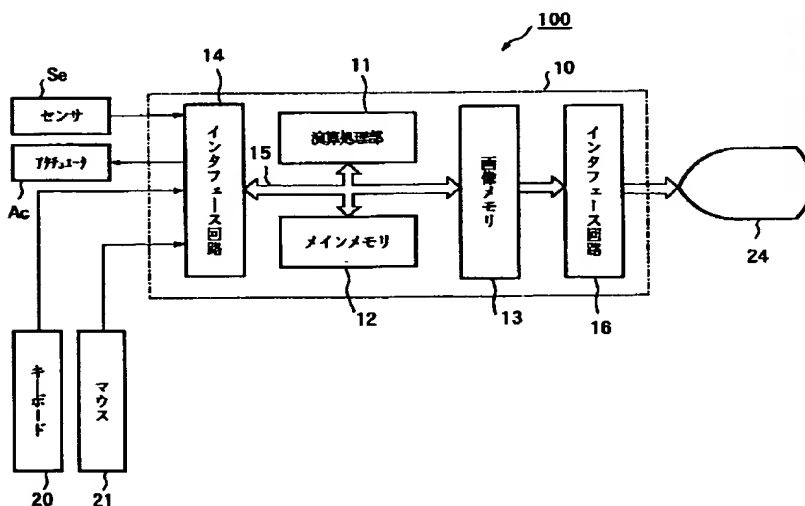
【図12】第2の実施の形態における表示装置24に表示される画像の一例である。

【図13】第2の実施の形態における表示装置24に表示される画像の一例である。

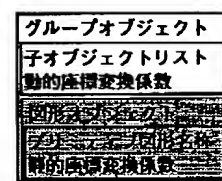
#### 【符号の説明】

- 11 演算処理部
- 12 メインメモリ
- 13 画像メモリ
- 14 インタフェース回路
- 15 内部バス
- 16 インタフェース回路
- 20 キーボード
- 21 マウス
- 24 表示装置
- 25 監視カメラ
- Se センサ
- Ac アクチュエータ

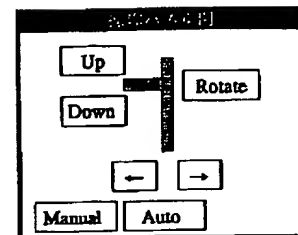
【図1】



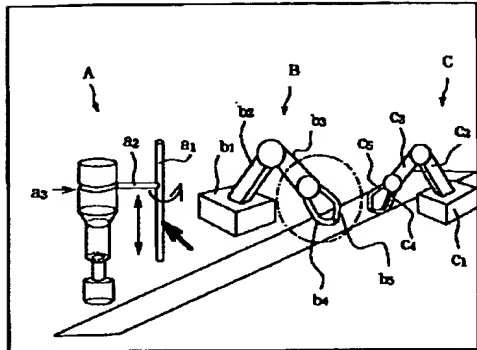
【図4】



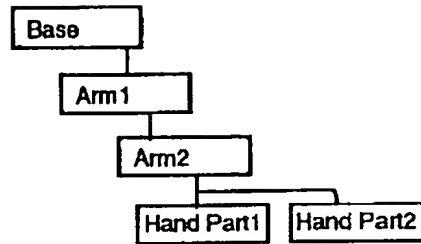
【図5】



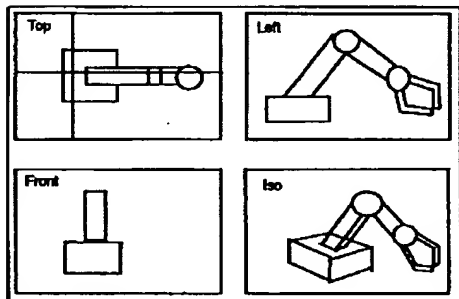
【図2】



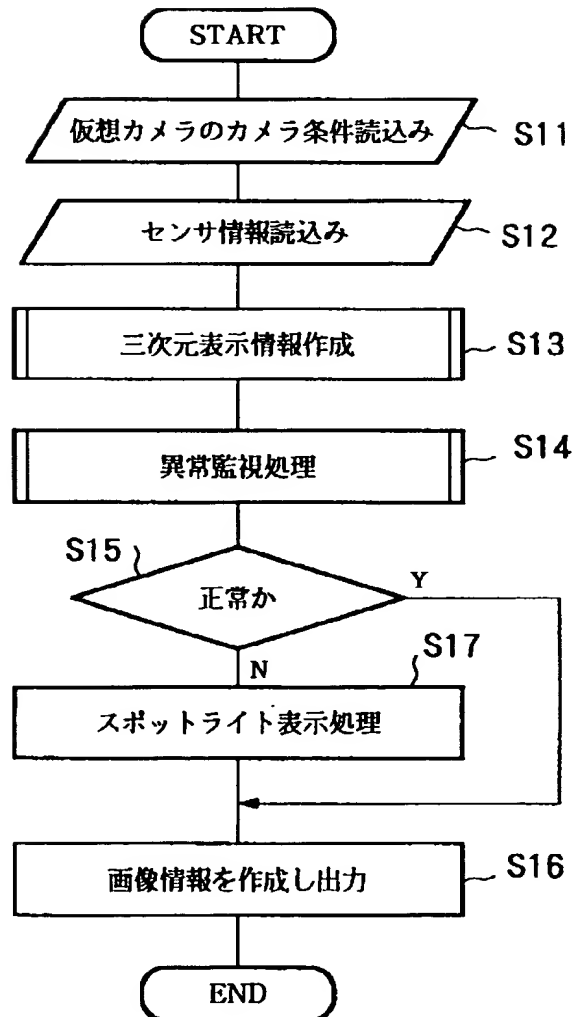
【図3】



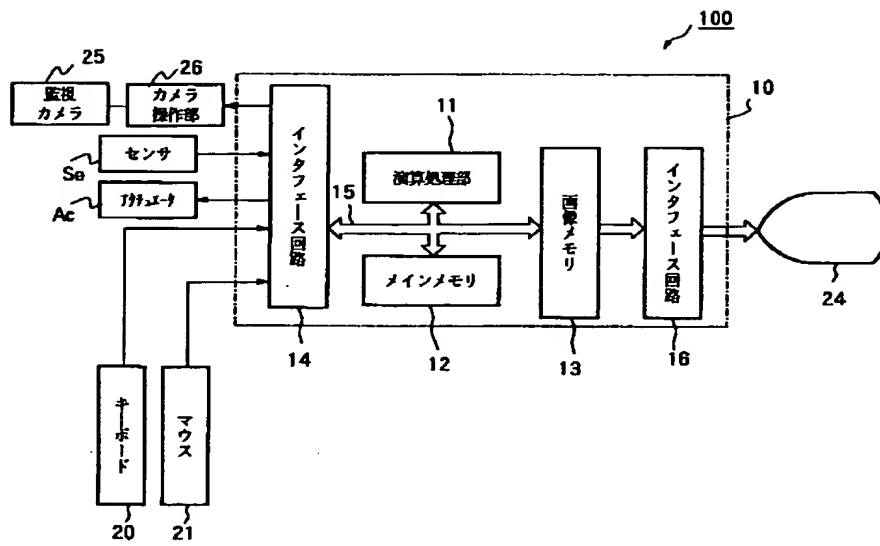
【図6】



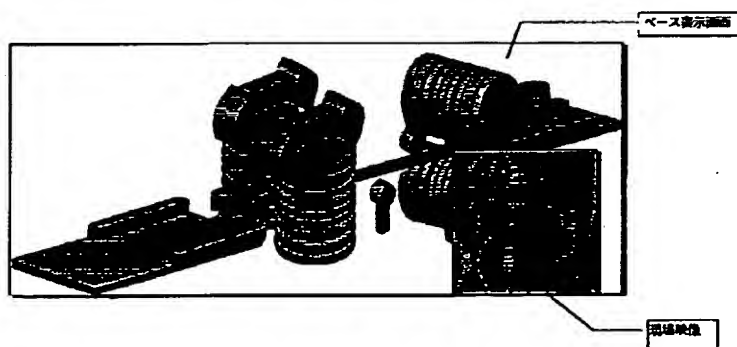
【図7】



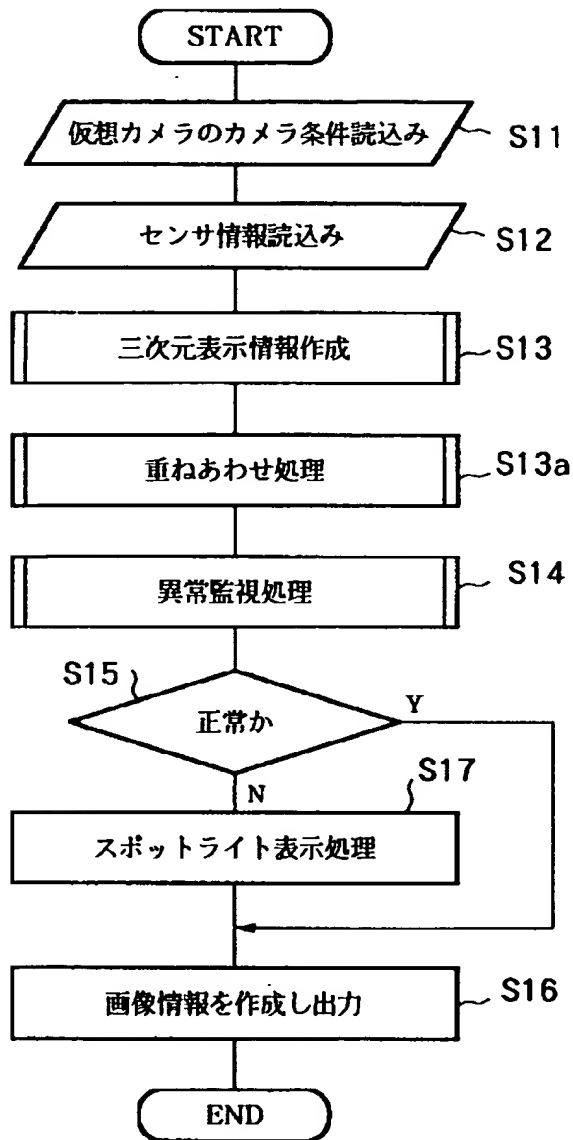
【図8】



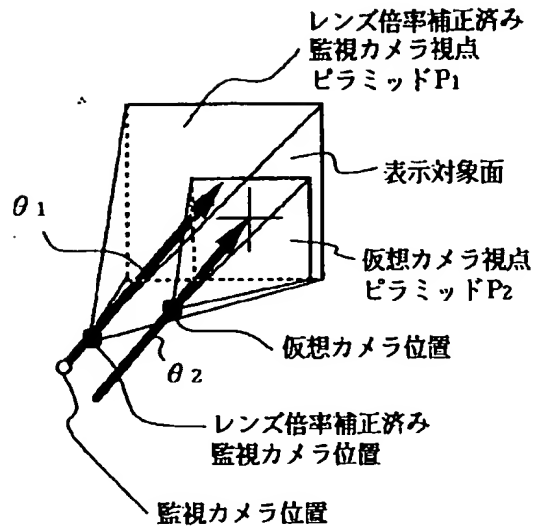
【図12】



【図9】

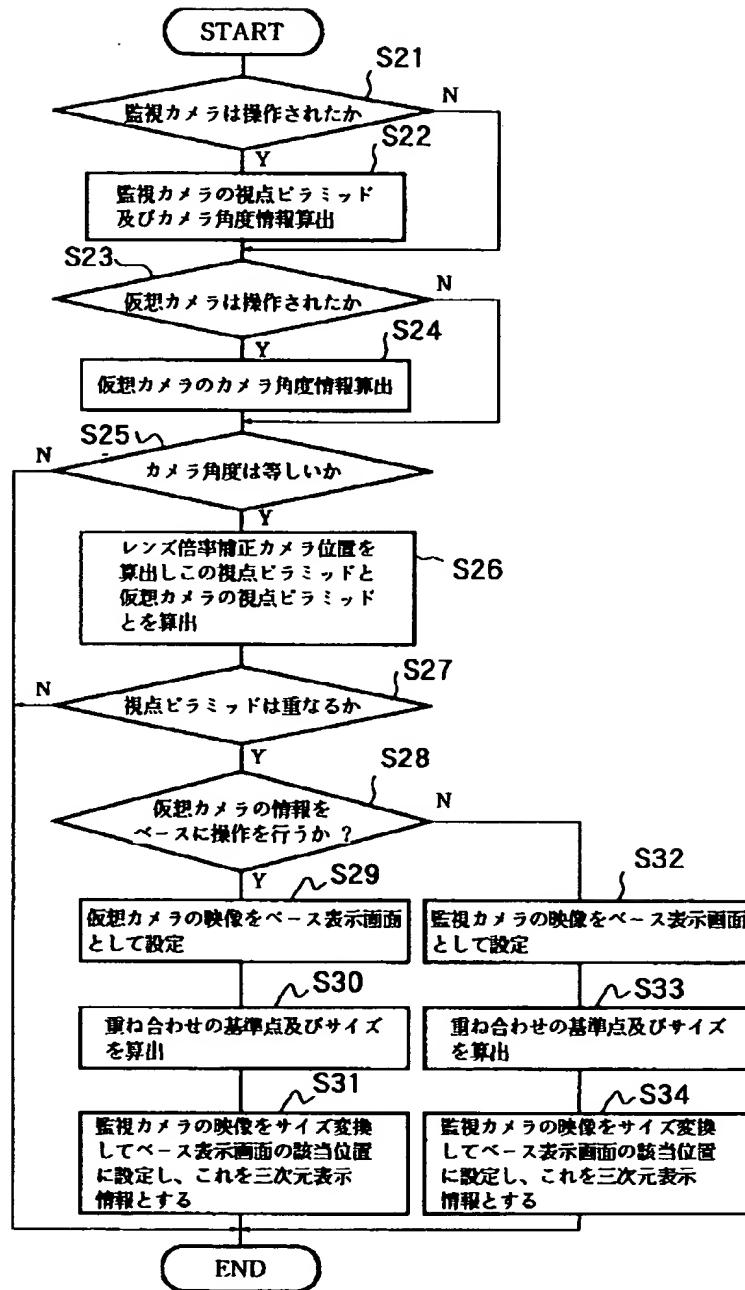


【図13】



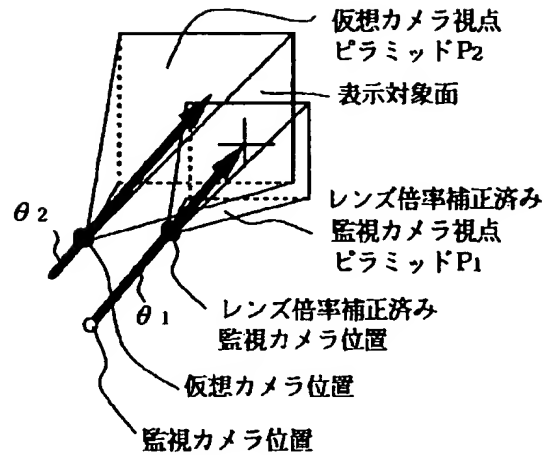
監視カメラと仮想カメラの関係  
(仮想カメラ視点ピラミッドが監視カメラ視点ピラミッドに含まれる場合)

【図10】



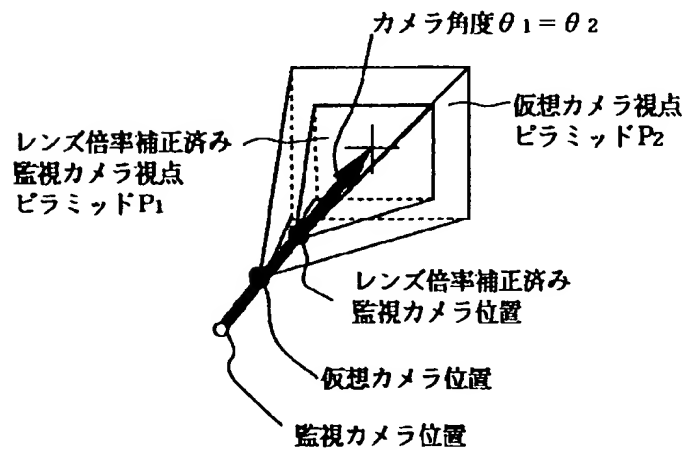
【図11】

(a)



監視カメラと仮想カメラの関係その1  
(同一ベクトル上に両カメラ位置がない場合)

(b)



監視カメラと仮想カメラの関係その1  
(同一ベクトル上に両カメラ位置がある場合)

フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

G06T 17/00  
1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G06F 15/62

技術表示箇所

350A

380